

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 1 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 9 8 2 5 5
Application Number:

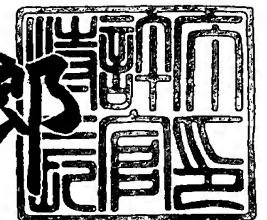
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 9 8 2 5 5]

出 願 人 ローム株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 1 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



【書類名】 特許願

【整理番号】 JP020052P

【提出日】 平成14年10月11日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 29/84

【発明者】

 【住所又は居所】 京都市右京区西院溝崎町 2 1 ローム株式会社内

 【氏名】 高岡 将樹

【発明者】

 【住所又は居所】 京都市右京区西院溝崎町 2 1 ローム株式会社内

 【氏名】 下地 規之

【特許出願人】

 【識別番号】 000116024

 【氏名又は名称】 ローム株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100094145

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 小野 由己男

 【連絡先】 0 6 - 6 3 1 6 - 5 5 3 3

【選任した代理人】

 【識別番号】 100106367

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 稲積 朋子

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 020905

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体デバイスとその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体基板の主体と、
前記半導体基板に凹部を形成するように前記主体よりも薄肉に形成され、かつ少なくとも 1 つの貫通孔が形成されている薄肉部とを有し、
前記薄肉部は、前記主体よりもエッチングレートが遅くなるように形成されている、半導体デバイス。

【請求項 2】

前記薄肉部と前記主体とが一体に形成されている、請求項 1 に記載の半導体デバイス。

【請求項 3】

前記薄肉部には不純物が注入されている、請求項 1 または 2 に記載の半導体デバイス。

【請求項 4】

前記薄肉部は選択酸化膜により形成されている、請求項 1 または 2 に記載の半導体デバイス。

【請求項 5】

半導体基板の第 1 面にエッチングストッパを形成するエッチングストッパ形成ステップと、

前記半導体基板の前記第 1 面と反対側の第 2 面側から、前記エッチングストッパが残留するように前記半導体基板をエッチングすることにより、前記半導体基板に凹部を形成しかつ少なくとも 1 つの貫通孔が形成された薄肉部を形成する薄肉部形成ステップと、

を含む半導体デバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体デバイスに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来から、シリコンなどの半導体材料を利用したマイクロマシン技術が提供されている。このマイクロマシン技術を用いたデバイスとしては、各種センサ、半導体レーザ、マイクロアクチュエータ、マイクロポンプやバルブなどの流体制御デバイスなどが挙げられる。このようなデバイスは、一般的には、半導体基板の表面に絶縁膜や金属パターンを用いて立体的な構造物を形成することにより構築されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

図21(a)は貫通孔を有する従来の半導体デバイスの断面斜視図、同図(b)はその半導体基板を裏面から観察した平面図である。貫通孔17が形成されることによって、半導体基板10表面には第1開口22が形成され、半導体基板10裏面には第2開口24が形成されている。このような貫通孔は、一般的に半導体基板10裏面からアルカリエッチングを行うことによって形成される。この時、半導体基板10表面の第1開口22を所望の位置、大きさに形成するために、半導体基板10裏面の第2開口24は、通常、第1開口22より大きい開口を有するマスクを用いて形成される。このような貫通孔17を形成するシリコンなどの半導体基板の厚さは、例えば6インチ用ウェハの基板であれば約 $625\mu\text{m}$ であり、エッチングする深さが深い。そのため、貫通孔を形成するにあたり、半導体基板の表面における第1開口22の位置及び大きさにマージンを持たせた設計にせざるを得ない。具体的には、6インチ用半導体基板を用いて第1開口22の幅が $20\mu\text{m}$ 程度の貫通孔を形成したい場合でも、製作段階では幅 $100\mu\text{m}$ 程度の開口用スペースを見込んでいる。よって、半導体基板10表面における第1開口22及び半導体基板10裏面における第2開口24がともに大きくなるため、半導体基板両側からの力F(図21(a)矢印参照)に対して機械的・構造的に弱い構造となる。

【0004】

図 21 (c) は同図 (a) の半導体デバイス上に半導体素子を形成した場合の平面図、同図 (d) は同図 (c) の半導体デバイスの D-D' での断面斜視図である。半導体基板 10 上には、配線 42 の一部であるゲート電極 32 とソース 34 とドレイン 36 とを含む半導体素子 30 が形成されている。半導体素子 30 上には、層間絶縁膜 38 と配線 40, 44 とが順に形成されている。配線 40 は、半導体基板 10 裏面から表面にかけて、貫通孔 17 の壁面 19 に沿うように形成されており、層間絶縁膜 38 のコンタクトホールを介して半導体素子 30 のソース 34 と接続されている。配線 44 は、層間絶縁膜 38 のコンタクトホールを介してドレイン 36 と接続されている。

【0005】

このような半導体デバイスは、半導体基板の両面に半導体素子を有する半導体デバイスや複数の半導体基板を積層した大規模な LSI に適用することができる。しかし、半導体基板 10 表面には第 1 開口 22 が大きく形成されているため、高密度に配線を形成することが難しく、半導体デバイスの微細化に不向きである。また、半導体基板両側からの力に対して機械的・構造的に弱い構造であるので、半導体デバイスがたわみ、半導体基板上に形成された構造物の剥がれを生じさせる場合がある。

【0006】

本発明の課題は、半導体基板側面からの力に対して機械的・構造的に強い半導体基板及びその製造方法を提供することである。

本発明の別の課題は、微細化の可能な半導体デバイス及びその製造方法を提供することである。

本発明の別の課題は、半導体デバイスに形成された配線等の構造物が剥離しにくい半導体デバイス及びその製造方法を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本願第 1 発明は、半導体基板の主体と、前記半導体基板に凹部を形成するように前記主体よりも薄肉に形成され、かつ少なくとも 1 つの貫通孔が形成されている薄肉部とを有し、前記薄肉部は、前記主体よりも

エッチングレートが遅くなるように形成されている、半導体デバイスを提供する。

【0008】

半導体デバイスは、半導体基板の主体と半導体基板に凹部を形成するように主体よりも薄肉に形成され、かつ少なくとも1つの貫通孔が形成されている薄肉部とを有している。薄肉部は、凹部両側の主体の橋渡し構造を提供しており、半導体基板の主体側面からの力に対して半導体デバイスを機械的・構造的に強くできる。また、薄肉部には1以上の貫通孔が形成されているため、例えば、薄肉部に配線を形成でき、さらに凹部両側の主体に渡る配線を形成することが容易である。さらには、薄肉部上に半導体素子を形成することもでき、半導体デバイスの高密度化・微細化が可能となる。また、薄肉部により半導体デバイスが機械的・構造的に強化されているため、半導体デバイスのたわみが低減される。よって、半導体基板主体や薄肉部上、または貫通孔を介して形成された配線、膜、半導体素子等の構造物を半導体デバイスから剥がれにくくすることができる。

【0009】

本願第2発明は、前記第1発明において、前記薄肉部と前記主体とが一体に形成されている半導体デバイスを提供する。

半導体基板を削ることにより形成された薄肉部と半導体基板の主体とにより一体に半導体デバイスを形成する。よって、半導体基板の主体側面からの力に対して半導体デバイスを機械的・構造的に強くできる。

【0010】

本願第3発明は、前記第1または第2発明において、前記貫通孔には金属配線が形成されている半導体デバイスを提供する。

貫通孔に金属配線を形成することで、半導体基板表面から裏面にわたる配線を形成することができ、半導体デバイスの高密度化・微細化が可能となる。

本願第4発明は、前記第1または第2発明において、前記薄肉部上には樹脂膜が形成されている半導体デバイスを提供する。

【0011】

凹部を形成する薄肉部が樹脂膜と接触するため、半導体デバイスと樹脂膜との

接触面積が増加する。よって、樹脂膜を半導体デバイスから剥がれにくくすることができる。

本願第5発明は、前記第1乃至第4発明において、前記薄肉部には不純物が注入されている、半導体デバイスを提供する。

【0012】

半導体基板表面に不純物を添加することで、不純物が添加された部分のエッチングレートを遅くすることができる。よって、半導体基板裏面からのエッチングにより、半導体基板主体よりも薄い薄肉部を形成することができる。不純物としては、エッチングレートを遅くすることができる不純物であれば良く、ボロン、リン、ゲルマニウム等の不純物であると好ましい。

【0013】

本願第6発明は、前記第1乃至第4発明において、前記薄肉部は選択酸化膜により形成されている、半導体デバイスを提供する。

半導体基板表面に選択酸化膜を形成することで、選択酸化膜部分のエッチングレートを遅くすることができる。よって、半導体基板裏面からのエッチングにより、半導体基板主体よりも薄い薄肉部を形成することができる。また、選択酸化膜の形成は、LSI集積回路の通常の工程により形成できる。よって、特別の工程が必要でないため、製造工程を短縮して製造コストを低減することが可能である。また、選択酸化膜により形成された薄肉部は、電氣的に良好に絶縁可能な層間絶縁膜として使用可能である。

【0014】

本願第7発明は、半導体基板の第1面にエッチングストッパを形成するエッチングストッパ形成ステップと、前記半導体基板の前記第1面と反対側の第2面側から、前記エッチングストッパが残留するように前記半導体基板をエッチングすることにより、前記半導体基板に凹部を形成しかつ少なくとも1つの貫通孔が形成された薄肉部を形成する薄肉部形成ステップとを含む半導体デバイスの製造方法を提供する。

【0015】

エッチングストッパは、不純物の注入された半導体基板や選択酸化膜等により

エッチングレートを低下できるように形成されている。半導体基板の第1面にエッチングストッパを有する半導体基板を第2面からエッチングすると、エッチングストッパは、半導体基板の主体に挟まれた薄肉部として残留し、凹部を形成する。薄肉部は、エッチングストッパが形成されていない部分を有し、エッチングによりその部分の半導体基板が貫通するため、少なくとも1つの貫通孔を有している。

【0016】

このようにして得られた半導体デバイスは、凹部両側の主体の橋渡しとなる薄肉部が形成されているので、半導体基板の主体側面からの力に対して機械的・構造的に強い利点がある。また、薄肉部には1以上の貫通孔が形成されているため、例えば、薄肉部に配線を形成でき、さらに凹部両側の主体に渡る配線を形成することが容易である。さらには、薄肉部上に半導体素子を形成することもでき、半導体デバイスの高密度化・微細化が可能となる。また、薄肉部により半導体デバイスが機械的・構造的に強化されているため、半導体デバイスのたわみが低減される。よって、半導体基板主体や薄肉部上、または貫通孔を介して形成された配線、膜、半導体素子等の構造物を半導体デバイスから剥がれにくくすることができる。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の第1実施形態例を説明する。図1(a)は本発明の第1実施形態に係る半導体デバイスの断面斜視図、同図(b)はその半導体デバイスを半導体基板裏面から観察した平面図である。

この半導体デバイスの半導体基板100は、半導体基板の主体105と半導体基板100表面側の薄肉部210とを有している。薄肉部210は、半導体基板の主体105の間に位置しており、半導体基板の主体105よりも薄く形成されている。また、薄肉部210と半導体基板の主体105により、凹部200と半導体基板100裏面側の開口240とが形成されている。薄肉部210には、少なくとも1つの貫通孔220が形成されている。この薄肉部210は、不純物注入や選択酸化膜により形成することができる。

【0018】

このように、半導体基板の主体105の間に薄肉部210が形成されているため、これが半導体基板の主体105両側の橋渡しの役割を果たしている。よって、半導体基板両側からの力F（図1（a）矢印）に対して半導体デバイスを機械的・構造的に強くできる。また、薄肉部210には1以上の貫通孔220が形成されているため、例えば、薄肉部210に配線を形成でき、さらに凹部200両側の主体105に渡る配線を形成することも容易である。さらには、薄肉部210上に半導体素子を形成することもでき、半導体デバイスの高密度化・微細化が可能となる。また、選択酸化膜により形成された薄肉部は、電氣的に良好に絶縁可能な層間絶縁膜として使用可能である。また、薄肉部210により半導体デバイスが機械的・構造的に強化されているため、半導体デバイスのたわみが低減される。よって、半導体基板主体105や薄肉部210上、または貫通孔220を介して形成された配線、膜、半導体素子等の構造物を半導体デバイスから剥がれにくくすることができる。

【0019】

この半導体デバイスの製造方法を説明する。製造方法には、例えば、薄肉部をボロン等の不純物の注入により形成する第1の製造工程と、薄肉部を選択酸化膜により形成する第2の製造工程とが挙げられる。図2（a）～（c）は図1（a）の第1の製造工程を示す断面図、図3は不純物濃度とシリコンエッチングレートとの関係図、図5（a）～（d）は図1（a）の第2の製造工程を示す断面図である。

【0020】

第1の製造工程を図2（a）～（c）を用いて説明する。まず、半導体基板の主体105が形成される部分（ α ）及び貫通孔220が形成される部分（ β ）の半導体基板100上にレジスト等のマスク110を形成する。そして、マスク110の開口部分（ γ ）を通して半導体基板100の表面にボロン等の不純物を注入する（同図（a）参照）。注入する不純物は、シリコンエッチングレートを遅くすることができる不純物であれば良く、ボロン、リン、ゲルマニウム等の不純物であると好ましい。不純物の注入は、不純物の注入がない、または少ない半導

体基板よりもエッチングレートを遅くできる濃度で行う。図3は、シリコン基板にボロンを注入する場合であれば $1 \times 10^{19} \text{ p c s / c m}^3$ 以上の濃度で打ち込むと良好にエッチングレートを遅くすることができることを示している。

【0021】

次に、半導体基板100裏面上に、不純物を注入した部分(γ)と対向する位置に開口を有するシリコン酸化膜等の裏面エッチ用マスク120を形成する(同図(b)参照)。

この裏面エッチ用マスク120を用いて、エッチング処理による異方性エッチングを半導体基板100裏面より行い、貫通孔220を有する薄肉部210を形成する。このとき、半導体基板の主体105と薄肉部210とにより囲まれる凹部200が形成される。このエッチングの際、 γ 部分の半導体基板100の表面には不純物が注入されているため、エッチングレートが前記不純物の注入されていない半導体基板100よりも遅くなる。そのため、不純物が注入された部分(γ)はエッチングされることなく残留し、薄肉部210が形成される。一方、不純物が注入されていない部分(β)の半導体基板はその表面までエッチングが進行して、貫通孔220が形成される。最後に、マスク110, 120を除去する(同図(c)参照)。半導体基板100裏面からのエッチング処理としては、アルカリエッチング処理を行うと好ましい。アルカリエッチングは、 SiO_2 や Si_3N_4 等のマスクにより処理が可能であり、またエッチング処理における横方向の広がりの少ない異方性エッチングが可能であるので開口寸法の制御性が良い。

【0022】

このように、不純物注入の場所を制御することにより、貫通孔220を正確に位置制御して形成することができる。

上記では、 γ 部分に薄肉部210を形成し、 β 部分に貫通孔220を形成しているが、図4に示すように貫通孔220と薄肉部210とを形成しても良い。

次に、第2の製造工程を図5(a)～(d)を用いて説明する。まず、半導体基板100を酸化することにより、半導体基板100上にシリコン酸化膜130を形成する。さらに、半導体基板の主体105が形成される部分(α)及び貫通孔220が形成される部分(β)のシリコン酸化膜130上にシリコン窒化膜等

のマスク 110 を形成する（同図（a）参照）。

【0023】

次に、この半導体基板 100 を熱酸化することで、マスク 110 の開口部分（ γ ）に選択酸化膜（LOCOS）140 を形成する（同図（b）参照）。

さらに、選択酸化膜 140 を形成した部分と対向する位置に開口を有するシリコン酸化膜等の裏面エッチ用マスク 120 を半導体基板 100 裏面上に形成する（同図（c）参照）。

【0024】

このマスク 120 を用いて、エッチング処理、好ましくはアルカリエッチング処理による異方性エッチングを半導体基板 100 裏面より行い、薄肉部 210（選択酸化膜 140）と貫通孔 220 とを形成する。このエッチングの際、 γ 部分の半導体基板 100 の表面には選択酸化膜 140 が形成されているため、選択酸化膜 140 が形成されていない部分よりエッチングレートが遅くなる。そのため、選択酸化膜が形成された部分（ γ ）はエッチングされることなく残留し、薄肉部 210（選択酸化膜 140）が形成される。一方、選択酸化膜が形成されていない部分（ β ）の半導体基板はその表面までエッチングが進行して、貫通孔 220 が薄肉部 210 に形成される。この時、半導体基板の主体 105 と薄肉部 210 とにより囲まれる凹部 200 が形成される。最後に、マスク 110, 120 を除去する（同図（d）参照）。

【0025】

選択酸化膜 140 の形成は、LSI 集積回路の通常の工程により形成できる。よって、特別の工程が必要でないため、製造工程を短縮して製造コストを低減することが可能である。また、選択酸化膜を形成する場所を制御することにより、貫通孔 220 を正確に位置制御して形成することができる。

上記では、 γ 部分に薄肉部 210 を形成し、 β 部分に貫通孔 220 を形成しているが、図 6 に示すように貫通孔 220 と薄肉部 210 とを形成しても良い。

【0026】

[実施例 1]

図 7 は、第 1 の実施形態による基本構造を、微細配線を有する半導体デバイス

に適用した場合の実施例である。この半導体デバイスの半導体基板100は、半導体基板の主体105と半導体基板100表面側の薄肉部210と半導体基板100上に形成された層間絶縁膜380と配線400、420とを有している。薄肉部210は、半導体基板の主体105の間に位置しており、半導体基板の主体105よりも薄く形成されている。この薄肉部210には、貫通孔220が形成されている。また、薄肉部210と半導体基板の主体105により、凹部200と半導体基板裏面側の開口240とが形成されている。配線400は、半導体基板100表面及び裏面を結合する配線であり、貫通孔220を介して凹部200の壁面245に沿って形成されている。また、配線420は、薄肉部210上の層間絶縁膜380に形成されている。このように、薄肉部210により半導体デバイスの機械的・構造的強度の向上を図りつつ、かつ薄肉部210に高密度に配線を形成することにより半導体デバイスの微細化が可能となる。また、薄肉部210により半導体デバイスが機械的・構造的に強化されているため、半導体デバイスのたわみが低減される。よって、半導体基板主体105や薄肉部210上、または貫通孔220を介して形成された配線400、420、層間絶縁膜380、半導体素子等の構造物を半導体デバイスから剥がれにくくすることができる。

【0027】

図8(a)～(d)、図9(a)～(b)は、図7の半導体デバイスの製造工程である。図9(b)は、半導体デバイスの断面斜視図であり、配線400は、貫通孔220を介して凹部200の壁面245に沿って形成され、配線420は、薄肉部210上の層間絶縁膜380及び半導体基板の主体105上に形成されている。

【0028】

まず、半導体基板100上に、開口を有するレジスト等のマスク500を形成する。そして、マスク500の開口部分から半導体基板100の表面にボロン(B)等の不純物を注入する(図8(a)参照)。マスク500の開口場所は、薄肉部を形成する部分であり、注入する不純物の種類や濃度は上述の通りである。

次にマスク500を除去し、半導体基板100上に層間絶縁膜380を形成する(図8(b)参照)。

【0029】

さらに、層間絶縁膜 380 上に配線 420 を形成し、半導体基板 100 裏面上に不純物を注入した部分と対向する位置に開口を有するシリコン酸化膜等の裏面エッチ用マスク 520 を形成する（図 8（c）参照）。

裏面エッチ用マスク 520 を用いて、エッチング処理、好ましくはアルカリエッチング処理による異方性エッチングを半導体基板 100 裏面より行い、ボロン（B）等の不純物が注入されていない半導体基板 100 を除去する。これにより、薄肉部 210、貫通孔 220、凹部 200 が形成される。さらに、マスク 520 を除去する（図 8（d）参照）。

【0030】

次に、半導体基板 100 裏面からのドライエッチングにより、貫通孔 220 により露出された層間絶縁膜 380 を配線 420 の表面が露出されるまで除去する（図 9（a）参照）。

配線 400 を貫通孔 220 を介して凹部 200 の壁面 245 に沿って形成し、配線 420 と配線 400 とを接続する（図 9（b）参照）。配線 400 を形成するためのマスクは、非平面へのマスク形成が可能な方法を用いて形成される。例えば、加圧した気体とともにレジスト粒子を噴霧して霧化して行う。この時、半導体基板に付着したレジスト粒子の乾燥と粒子同士の融合による平坦化の速度が最適になるように、半導体基板と噴霧器の距離、半導体基板の温度等を最適化してレジストの作成を行う。

【0031】

[実施例 2]

図 10 は、図 7 の半導体デバイスを積層した場合の実施例である。図 10 に示すように、半導体基板 150 上には、ゲート電極 320 とソース 340 とドレイン 360 とを含む半導体素子 300 が形成されている。半導体素子 300 上には、層間絶縁膜 380 と配線 440、445 とが順に形成されている。配線 440、445 は、層間絶縁膜 380 のコンタクトホールを介してそれぞれソース 340、ドレイン 360 と接続されている。この半導体基板 150 の上部に半導体基板 100 を積層して、一体の半導体デバイスを構成している。上部の半導体基板

100上の配線構成は、図7と同様である。ここで、上部の半導体基板100と下部の半導体基板150との電氣的結合は、下部の半導体基板150の配線440、445と上部の半導体基板100の配線400との接続により行われている。以上では2層の積層構造について述べたが、複数の半導体基板を積層することもできる。このようにすることで、薄肉部210による半導体デバイスの機械的・構造的強度が向上し、半導体デバイスのたわみが低減される。この結果、半導体基板上の配線、膜、半導体素子等の構造物を半導体デバイスから剥がれにくくすることができる。また、薄肉部210に高密度に配線を形成することによる半導体デバイスの微細化や、さらに半導体デバイスの多層化が可能となる。

【0032】

[実施例3]

図11は、半導体基板の表面及び裏面に半導体素子が形成された半導体デバイスの実施例を示す。半導体基板100の表面及び裏面上には、ゲート電極320とソース340とドレイン360とを含む半導体素子300がそれぞれ形成されている。半導体素子300上には、層間絶縁膜380と配線400が順に形成されている。この半導体基板100表面及び裏面上の半導体素子300は、配線400により互いに接続されている。配線400は、薄肉部210上及び半導体基板の主体105上に形成され、かつ貫通孔220を介して凹部200の壁面245に沿って形成されている。このような構成により、薄肉部210による半導体デバイスの機械的・構造的強度が向上し半導体デバイスのたわみが低減される。その結果、半導体基板上の配線、膜、半導体素子等の構造物が半導体デバイスから剥離しにくくなり、薄肉部210に配線や半導体素子300を高密度に形成することによる半導体デバイスの微細化が可能となる。また、半導体基板100表面と裏面ともに半導体素子300を形成して互いに配線接続ができるので、半導体デバイスの高密度化がさらに可能である。

【0033】

[実施例4]

図12は図11の半導体デバイスを積層した場合の実施例である。半導体素子300が形成された別の半導体基板150上に図11の半導体デバイスを積層す

ることもでき、さらなる半導体デバイスの高密度化・多層化が可能となる。ここでは、2層の積層構造について述べたが、複数の半導体デバイスを積層することもできる。

【0034】

[実施例5]

図13は第1実施形態の基本構造をマイクロポンプに適用した場合の実施例、図14(a)は凹部730bの拡大図、同図(b)は図13のA-A'断面の平面図、同図(c)はバルブの拡大図である。

マイクロポンプは、仕切板620が形成された樹脂板610と、半導体基板710と、樹脂板610と反対側の半導体基板裏面に接合された樹脂板810とを有している。

【0035】

半導体基板710は、半導体基板の主体705と薄肉部715とを含んでいる。また、薄肉部715と半導体基板の主体705とにより凹部730a~730d(凹部730)が形成されている。凹部730a, 730cは、流体を半導体基板表面から裏面へと導き、凹部730b, 730dは、流体を半導体基板裏面から表面へと導く。また、薄肉部715には貫通孔735a, 735a', 735b, 735b', 735c, 735c', 735d, 735d'(貫通孔735)が設けられており、貫通孔735a, 735a'は凹部730aに、貫通孔735b, 735b'は凹部730bに、貫通孔735c, 735c'は凹部730cに、貫通孔735d, 735d'は凹部730dに対応して形成されている。樹脂板610は、半導体基板710上の熱酸化膜772及び酸化膜774上に形成されており、仕切板620を有している。この仕切板620は、貫通孔735b, 735b'からの流体をそれぞれ分離する圧力室660a, 660b(圧力室660)を有するように形成されている(圧力室660bは図示せず)。樹脂板610の仕切板620上には、仕切板620を振動させるためのピエゾアクチュエータ630が取り付けられている。バルブ720a, 720a', 720b, 720b'(バルブ720)は、液路となる貫通孔735を有する半導体基板710上に、液路をふさぐような形状のポリシリコンでできた円盤状の弁と

、片側を基板に固定され前記弁を支える4本の腕とから形成される(図14(c)参照)。それぞれの凹部730に対する貫通孔、バルブ、圧力室の構成をまとめると、次の通りである。凹部730aに対して貫通孔が2箇所(735a, 735a')、凹部730cに対して貫通孔が2箇所(735c, 735c')、設けられている。一方、凹部730bに対して、貫通孔が2箇所(735b, 735b')、バルブが2箇所(720a, 720a')、圧力室が2箇所(圧力室660a, 660b)設けられている。凹部730dには、貫通孔が2箇所(735d, 735d')、バルブが2箇所(720b, 720b')設けられている。本実施例では、上記のように凹部一箇所に対して貫通孔、バルブ等が、それぞれ2個設けられているが、2箇所以上設けられていても良い。

【0036】

このようなマイクロポンプは、薄肉部715に複数の貫通孔735を形成することができ、複数の貫通孔上に高密度にバルブを形成することが可能である。また、薄肉部715により半導体デバイスの機械的・構造的強度が向上して半導体デバイスのたわみが低減され、樹脂膜やバルブを半導体デバイスから剥がれにくくすることが可能である。さらに、例えばバルブ720ごとに設けた圧力室660を、図15に示すL字形やステップ形状など様々な形状に形成することで、様々な形態のマイクロポンプを得ることができる。

【0037】

図16(a)～(d)、図17(a)～(b)、図18(a)～(b)、図19(a)～(b)は、図14(b)のB-B'断面におけるマイクロポンプの要部の製造工程を示し、図19(b)は、図14(b)のB-B'断面におけるマイクロポンプの要部の構成を示す。また、図20(a)～(e)は、図14(b)のC-C'断面におけるマイクロポンプの要部の製造工程を示し、同図(e)は、図14(b)のC-C'断面におけるマイクロポンプの要部の構成を示す。

【0038】

図19(b)のマイクロポンプの要部の構成は、図13と同様であり、図20(e)のマイクロポンプの要部は、以下の構成からなる。

マイクロポンプは、半導体基板710と、半導体基板710の両面に接合され

た2つの樹脂板610, 810とを含む。半導体基板710には、半導体基板の主体705と薄肉部715とが形成されている。また、薄肉部715と半導体基板の主体705とにより、凹部730bが形成されている。凹部730bにおいて、薄肉部715には貫通孔735b, 735b' が形成されており、貫通孔735b, 735b' 上にはバルブ720a, 720a' がそれぞれ形成されている。

【0039】

樹脂板610は、半導体基板710上の熱酸化膜772及び酸化膜774上に形成されており、仕切板620を有している。仕切板620は、半導体基板710表面との間に圧力室660a及び660bを形成している。この仕切板620上には、仕切板620を振動させるためのピエゾアクチュエータが取り付けられ（図示せず）、圧力室660a, 660b内の圧力を変化させる。

【0040】

図16(a)～(d)、図17(a)～(b)、図18(a)～(b)、図19(a)～(b)及び図20(a)～(e)を参照して、マイクロポンプの要部の製造工程を説明する。

まず、前述の方法で、例えば(100)シリコン基板である半導体基板710表面上に、不純物を注入する部分(γ)に開口を有するマスク770を形成する。マスク770は、例えばレジスト、酸化膜等からなる。そして、マスク770の開口(γ)を通して半導体基板710の表面にボロン等の不純物を注入する（図16(a), 図20(a)参照）。不純物を注入する部分(γ)は、凹部730a～730d（凹部730）に対応している。

【0041】

マスク770を取り除き、熱酸化膜772を形成し、熱酸化膜772の上に酸化膜774を堆積させる。熱酸化膜772及び酸化膜774は、バルブ720を形作るようにそれぞれ開口を有している（図16(b)参照）。また、熱酸化膜772及び酸化膜774を、バルブ720以外の部分に半導体素子を形成するためや、半導体素子を保護するために利用することもできる。

【0042】

バルブ 720 を熱酸化膜 772 及び酸化膜 774 上に形成する (図 16 (c) , 図 20 (b) 参照)。バルブ 720 は、例えば、CVD とフォトリソをマスクにしたプラズマエッチングにより poly-Si で形成される。

流体を半導体基板表面から裏面へ導く部分及び半導体基板裏面から表面へ導く部分、つまり凹部 730 に対応する部分に開口を有するレジスト 776 を、熱酸化膜 772 及び酸化膜 774 上に形成する。レジスト 776 の開口部分に位置する、熱酸化膜 772 及び酸化膜 774 を HF により除去する (図 16 (d) , 図 20 (c) 参照)。

【0043】

樹脂板 610 に流体の流路を形成するために、入口 640、圧力室 660 及び出口 650 に対応する部分にレジスト 778 を塗布する。レジスト 778 上に樹脂板 610 となる有機膜を、例えばスピンコートにより塗布する。入口 640、仕切板 620 及び出口 650 に対応する有機膜を、例えば O_2 プラズマドライエッチングにより除去し、樹脂板 610 を形成する。半導体基板 710 に凹部 730 及び液路 750 を形成するためにレジスト 778 及び樹脂板 610 上に、裏面からのエッチングによる影響から保護するための保護膜 780 を形成する。まず、半導体基板 710 裏面に液路 750 に対応する部分に開口を有するレジスト 782 を形成し、半導体基板 710 裏面からのエッチングにより液路 750 を形成する (図 17 (a) ~ (b) 、図 18 (a) ~ (b) , 図 20 (d) 参照)。

【0044】

レジスト 782 を除去し、凹部 730 に対応する部分に開口を有するレジスト 784 を半導体基板 710 裏面に形成し、半導体基板裏面からのエッチングにより凹部 730 を形成する。次に保護膜 780 を除去し、半導体基板表面から例えば UV 露光により全面露光を行う (図 19 (a) 参照)。

全面露光後、現像液によりレジスト 778 を除去し、半導体基板 710 裏面に樹脂板 810 を接合し、マイクロポンプを得る (図 19 (b) 、図 20 (e) 参照)。

【0045】

このようなマイクロポンプは、貫通孔が形成される位置を不純物の注入位置に

より制御できるので、貫通孔の位置が正確に制御される。従って、バルブ、圧力室、液路、入口、出口など各種素子や機能部を半導体基板表面上に精度良く高密度に形成することができる。薄肉部を、前述のように選択酸化膜により形成することもできる。ここでは微細配線を有する半導体デバイス、マイクロポンプを例に挙げたが、他にマイクロバルブ、フローセンサ、光配線など様々なマイクロマシンに本発明を適用することができる。

【0046】

【発明の効果】

本発明を用いれば、半導体基板両側からの力に対して機械的・構造的に強い半導体基板を提供することができる。

本発明を用いれば、微細化の可能な半導体デバイスを提供することができる。また、本発明を用いれば、半導体デバイスに形成された配線等の構造物が剥離しにくい半導体デバイス及びその製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

- (a) 本発明の第1実施形態に係る半導体デバイスの断面斜視図。
- (b) (a) の半導体デバイスを半導体基板裏面から観察した平面図。

【図2】

- (a) 図1 (a) の第1の製造工程を示す断面図 (1)。
- (b) 図1 (a) の第1の製造工程を示す断面図 (2)。
- (c) 図1 (a) の第1の製造工程を示す断面図 (3)。

【図3】

不純物濃度とシリコンエッチングレートとの関係図。

【図4】

図1 (a) の第1の製造工程によるその他の半導体デバイスを示す断面図。

【図5】

- (a) 図1 (a) の第2の製造工程を示す断面図 (1)。
- (b) 図1 (a) の第2の製造工程を示す断面図 (2)。
- (c) 図1 (a) の第2の製造工程を示す断面図 (3)。

(d) 図 1 (a) の第 2 の製造工程を示す断面図 (4)。

【図 6】

図 1 (a) の第 2 の製造工程によるその他の半導体デバイスを示す断面図。

【図 7】

第 1 の実施形態による基本構造を、微細配線を有する半導体デバイスに適用した場合の断面斜視図。

【図 8】

(a) 図 7 の半導体デバイスの製造工程を示す断面斜視図 (1)。

(b) 図 7 の半導体デバイスの製造工程を示す断面斜視図 (2)。

(c) 図 7 の半導体デバイスの製造工程を示す断面斜視図 (3)。

(d) 図 7 の半導体デバイスの製造工程を示す断面斜視図 (4)。

【図 9】

(a) 図 7 の半導体デバイスの製造工程を示す断面斜視図 (5)。

(b) 図 7 の半導体デバイスの製造工程を示す断面斜視図 (6)。

【図 10】

図 7 の半導体デバイスを積層した場合の断面斜視図。

【図 11】

半導体基板の表面及び裏面に半導体素子が形成された半導体デバイスの断面斜視図。

【図 12】

図 11 の半導体デバイスを積層した場合の断面斜視図。

【図 13】

第 1 実施形態の基本構造をマイクロポンプに適用した場合の断面図。

【図 14】

(a) 凹部の拡大図。

(b) 図 13 の A-A' 断面の平面図。

(c) バルブの拡大図。

【図 15】

L 字形やステップ形状の圧力室を有するマイクロポンプ。

【図 16】

(a) 図 14 (b) の B-B' 断面におけるマイクロポンプの要部の製造工程を示す断面図 (1)

(b) 図 14 (b) の B-B' 断面におけるマイクロポンプの要部の製造工程を示す断面図 (2)

(c) 図 14 (b) の B-B' 断面におけるマイクロポンプの要部の製造工程を示す断面図 (3)

(d) 図 14 (b) の B-B' 断面におけるマイクロポンプの要部の製造工程を示す断面図 (4)

【図 17】

(a) 図 14 (b) の B-B' 断面におけるマイクロポンプの要部の製造工程を示す断面図 (5)

(b) 図 14 (b) の B-B' 断面におけるマイクロポンプの要部の製造工程を示す断面図 (6)

【図 18】

(a) 図 14 (b) の B-B' 断面におけるマイクロポンプの要部の製造工程を示す断面図 (7)

(b) 図 14 (b) の B-B' 断面におけるマイクロポンプの要部の製造工程を示す断面図 (8)

【図 19】

(a) 図 14 (b) の B-B' 断面におけるマイクロポンプの要部の製造工程を示す断面図 (9)

(b) 図 14 (b) の B-B' 断面におけるマイクロポンプの要部の製造工程を示す断面図 (10)

【図 20】

(a) 図 14 (b) の C-C' 断面におけるマイクロポンプの製造工程 (1)

(b) 図 14 (b) の C-C' 断面におけるマイクロポンプの製造工程 (2)

(c) 図 14 (b) の C-C' 断面におけるマイクロポンプの製造工程 (3)

(d) 図 14 (b) の C-C' 断面におけるマイクロポンプの製造工程 (4)

(e) 図14 (b) のC-C' 断面におけるマイクロポンプの製造工程 (5)

【図21】

(a) 貫通孔を有する従来の半導体デバイスの断面斜視図。

(b) (a) の半導体基板を裏面から観察した平面図。

(c) (a) に半導体素子を形成した場合の平面図。

(d) (c) のD-D' での断面図斜視図。

【符号の説明】

10、100、150、710：半導体基板

105、705：半導体基板の主体

17、220、735：貫通孔

19、245：壁面

22：第1開口

24：第2開口

30、300：半導体素子

32、320：ゲート電極

34、340：ソース

36、360：ドレイン

38、380：層間絶縁膜

40、42、44、400、420、440、445：配線

110、120、500、520、770：マスク

130：シリコン酸化膜

140：選択酸化膜

200、730：凹部

210、715：薄肉部

240：開口

610、810：樹脂板

620：仕切板

630：ピエゾアクチュエータ

640：入口

6 5 0 : 出口

6 6 0 : 圧力室

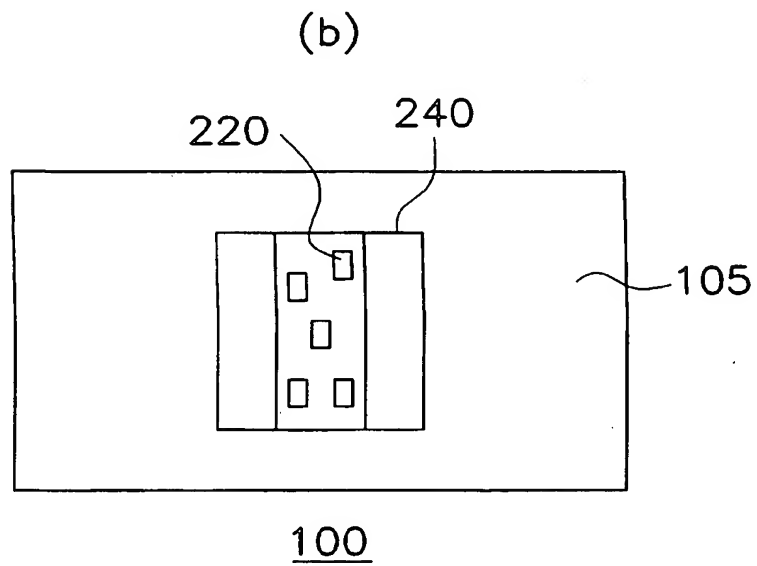
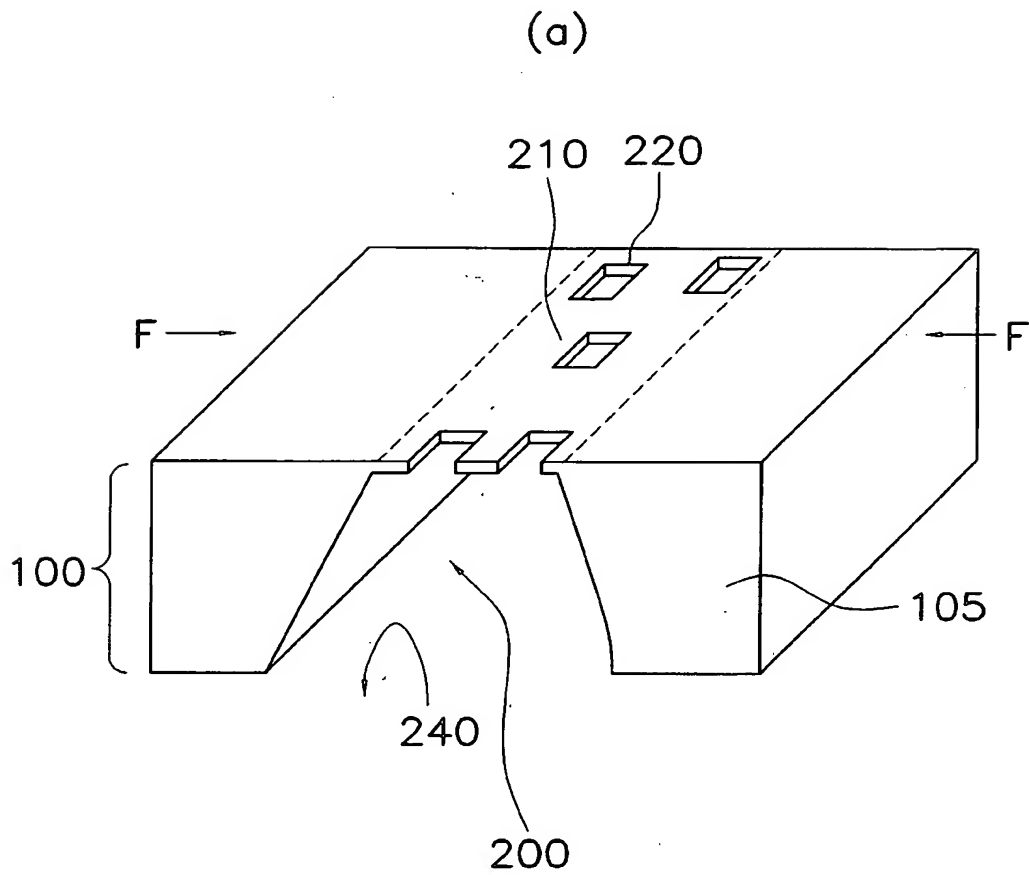
7 2 0 : バルブ

7 5 0 : 液路

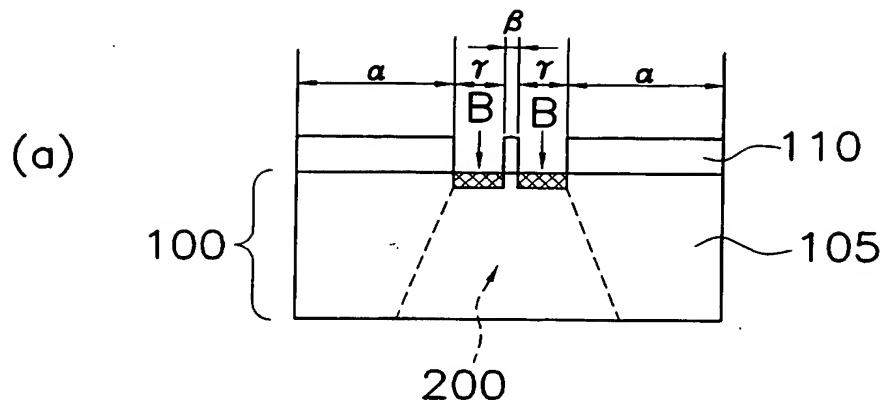
【書類名】

図面

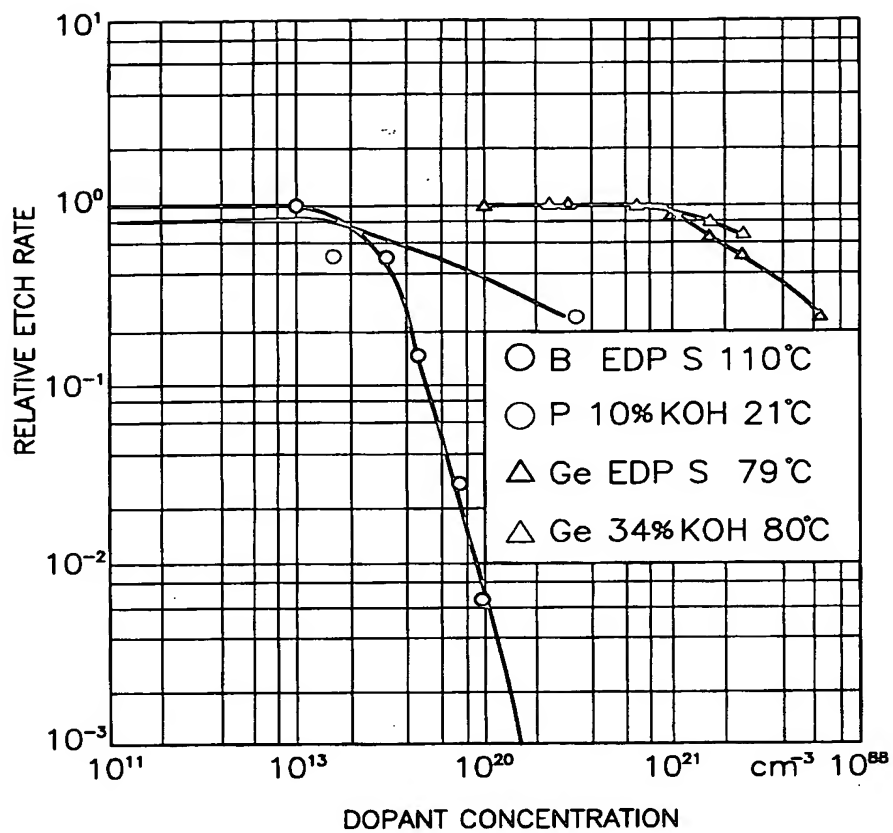
【図 1】



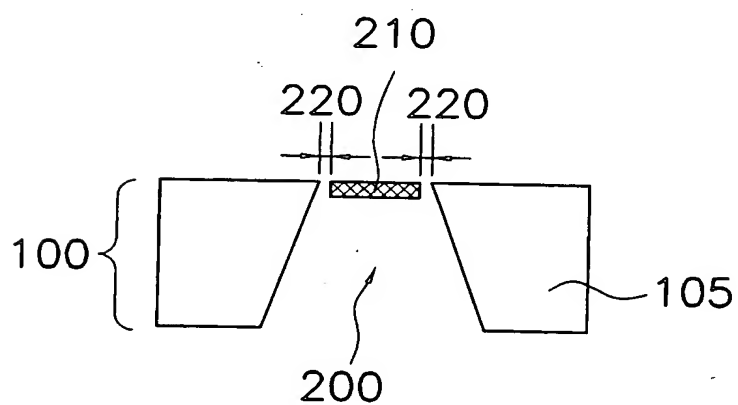
【図 2】



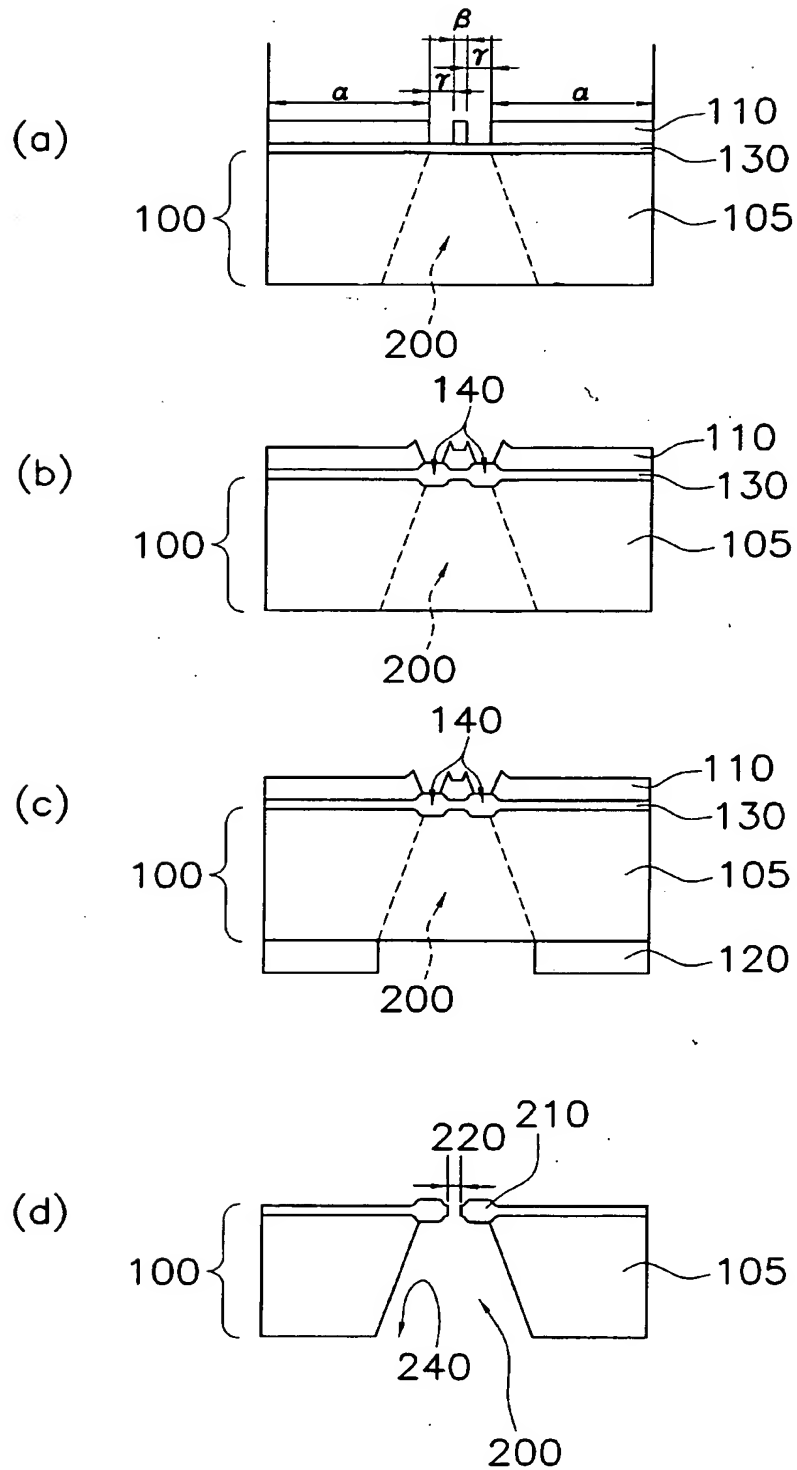
【図 3】



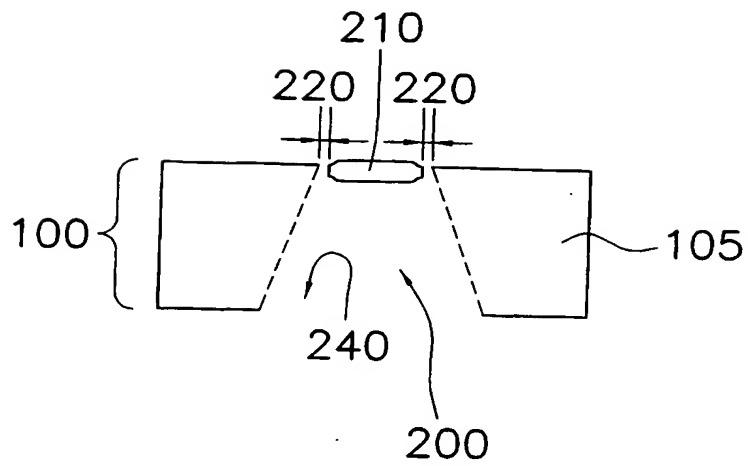
【図 4】



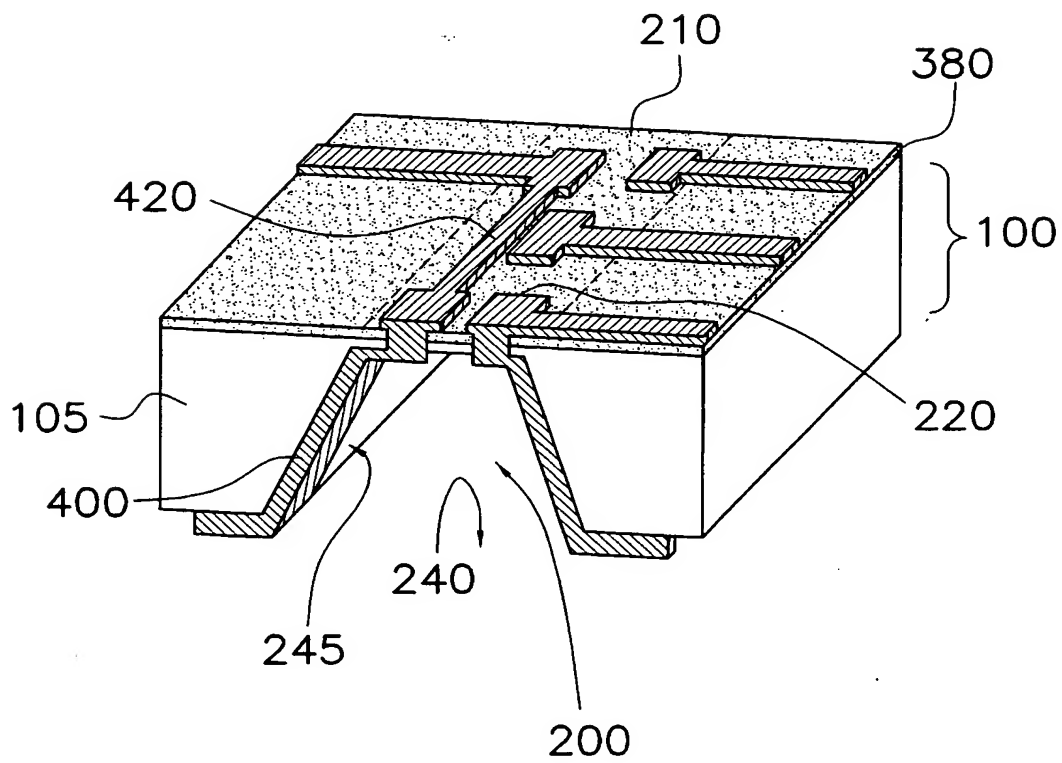
【図 5】



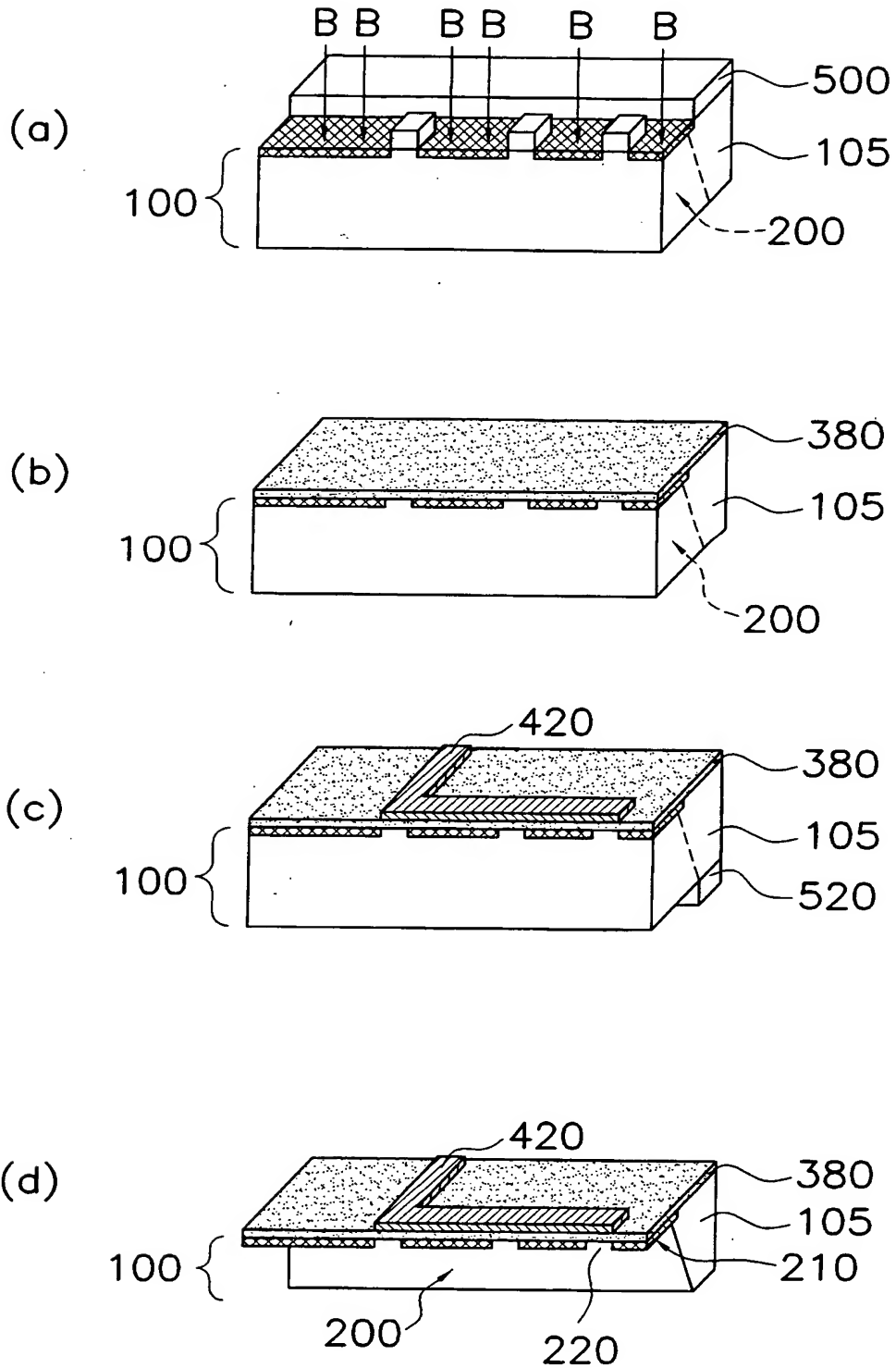
【図 6】



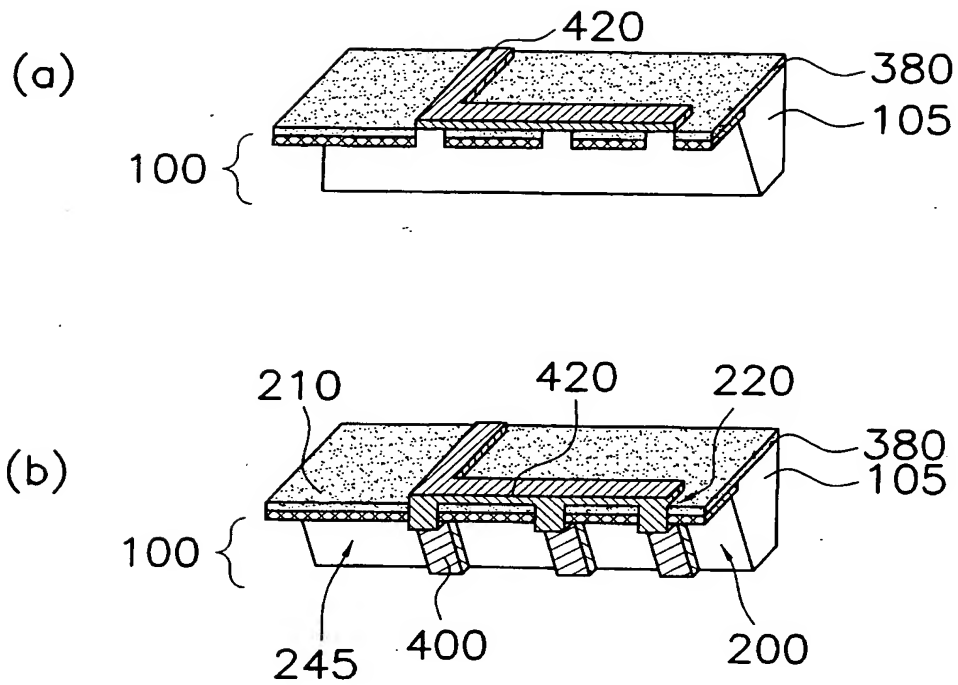
【図 7】



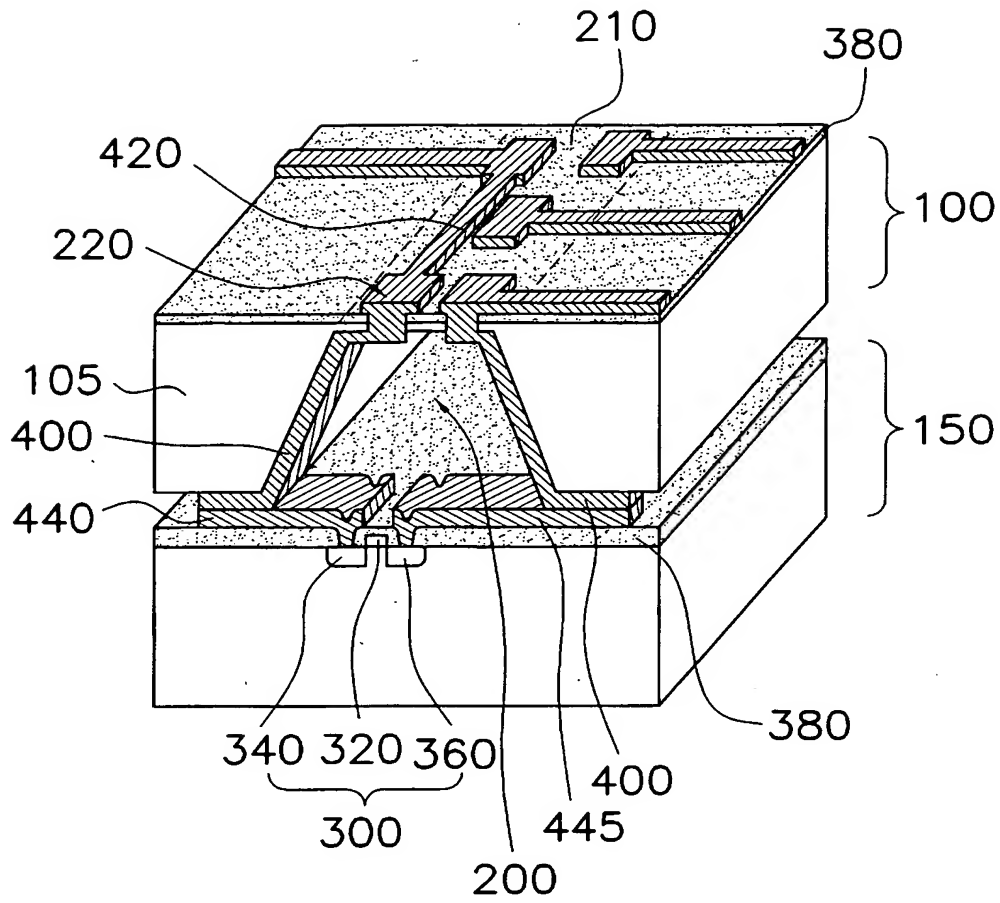
【図 8】



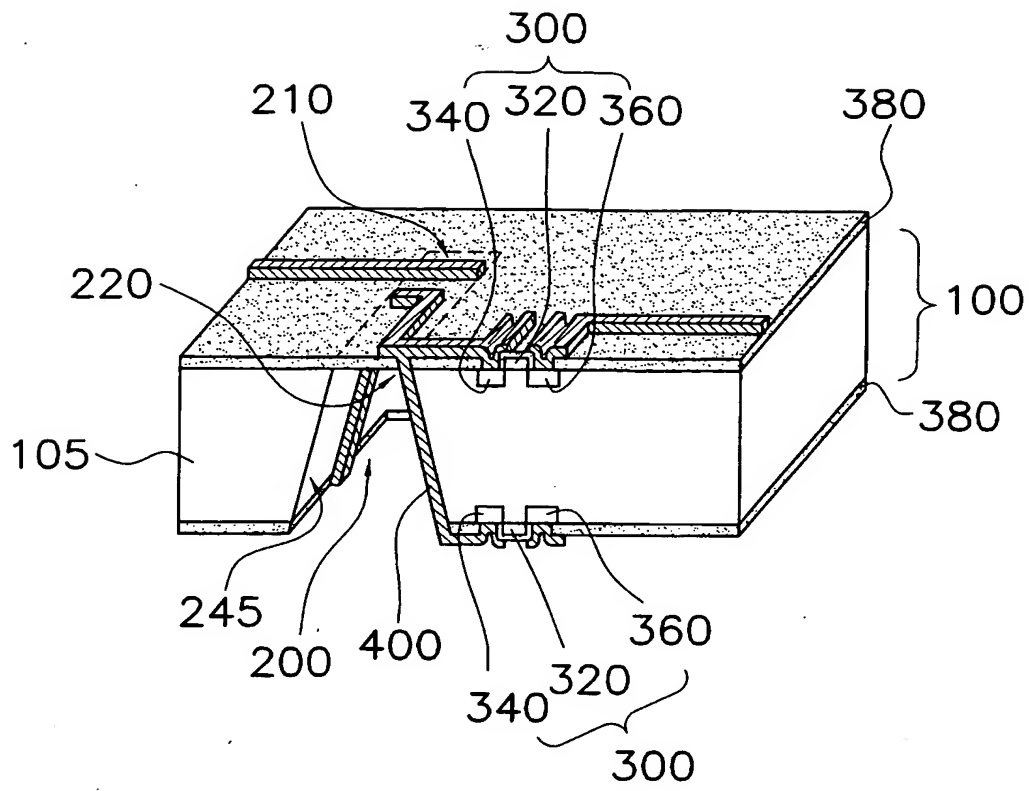
【図 9】



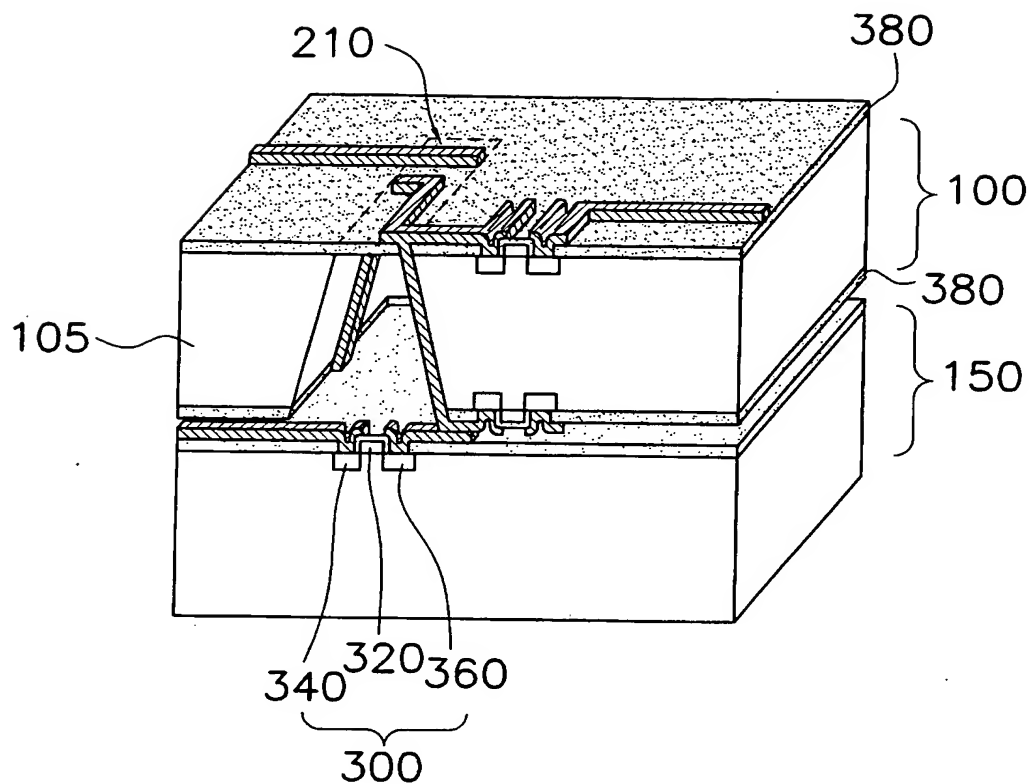
【図 10】



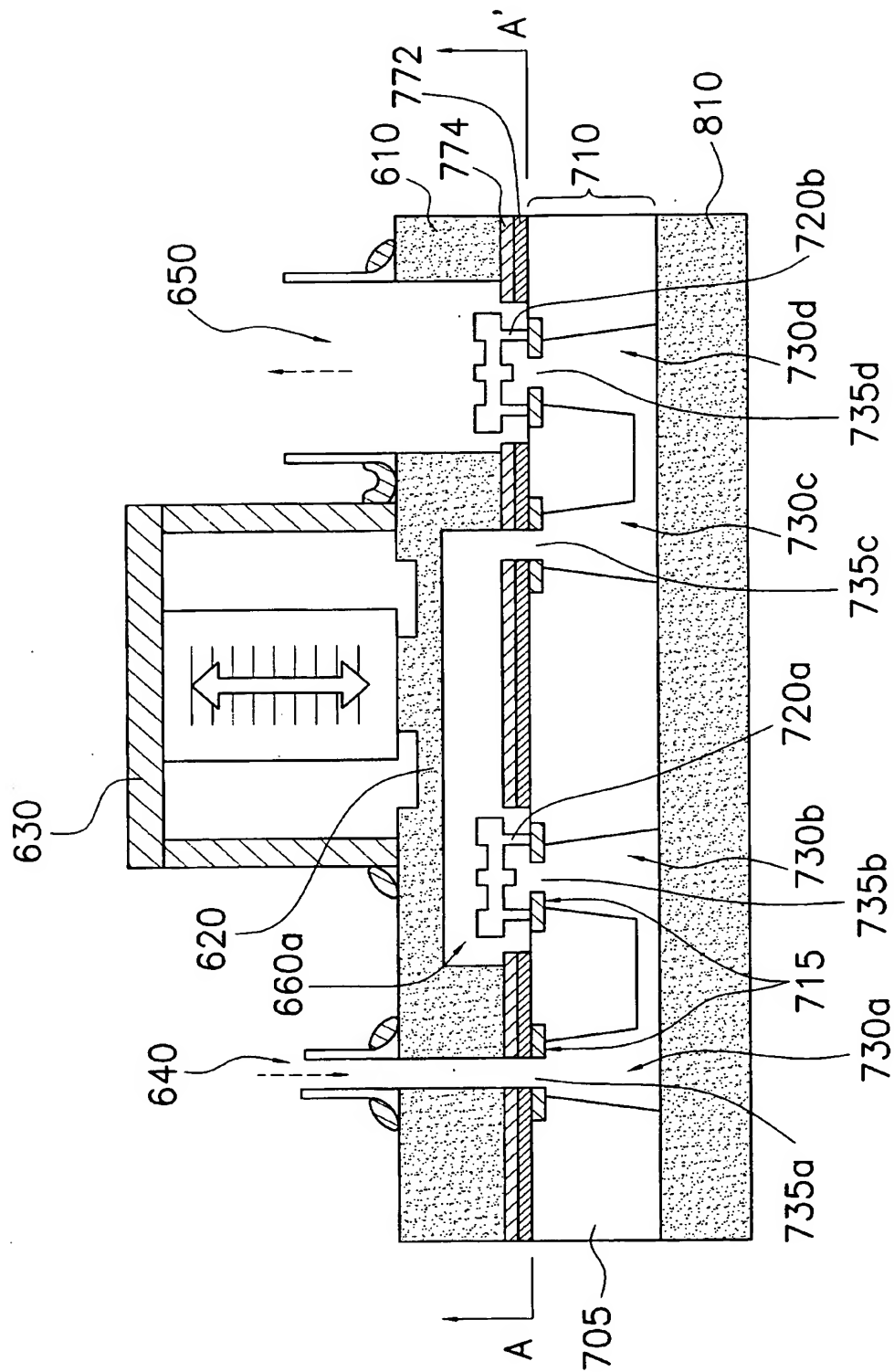
【図 11】



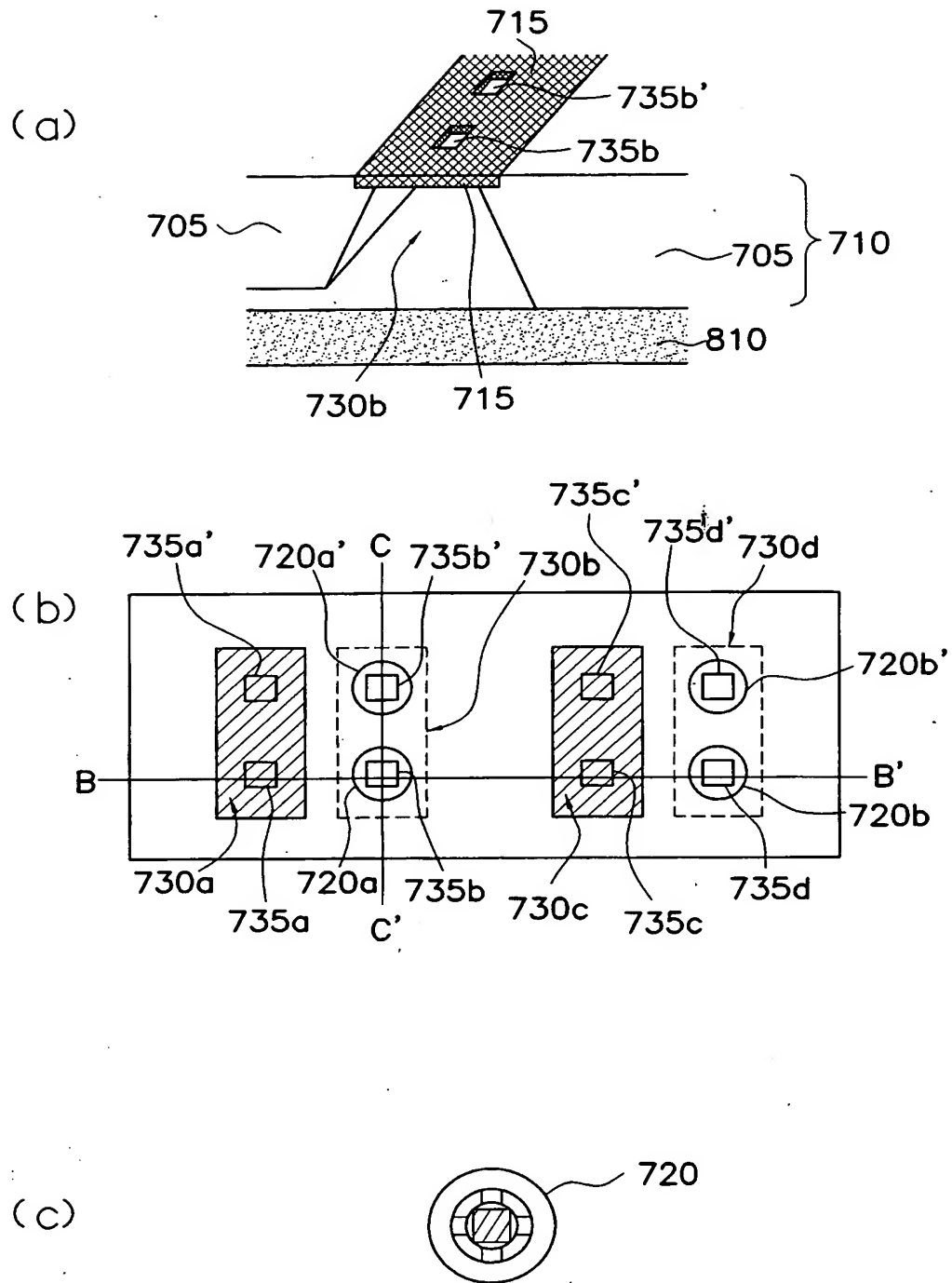
【図 12】



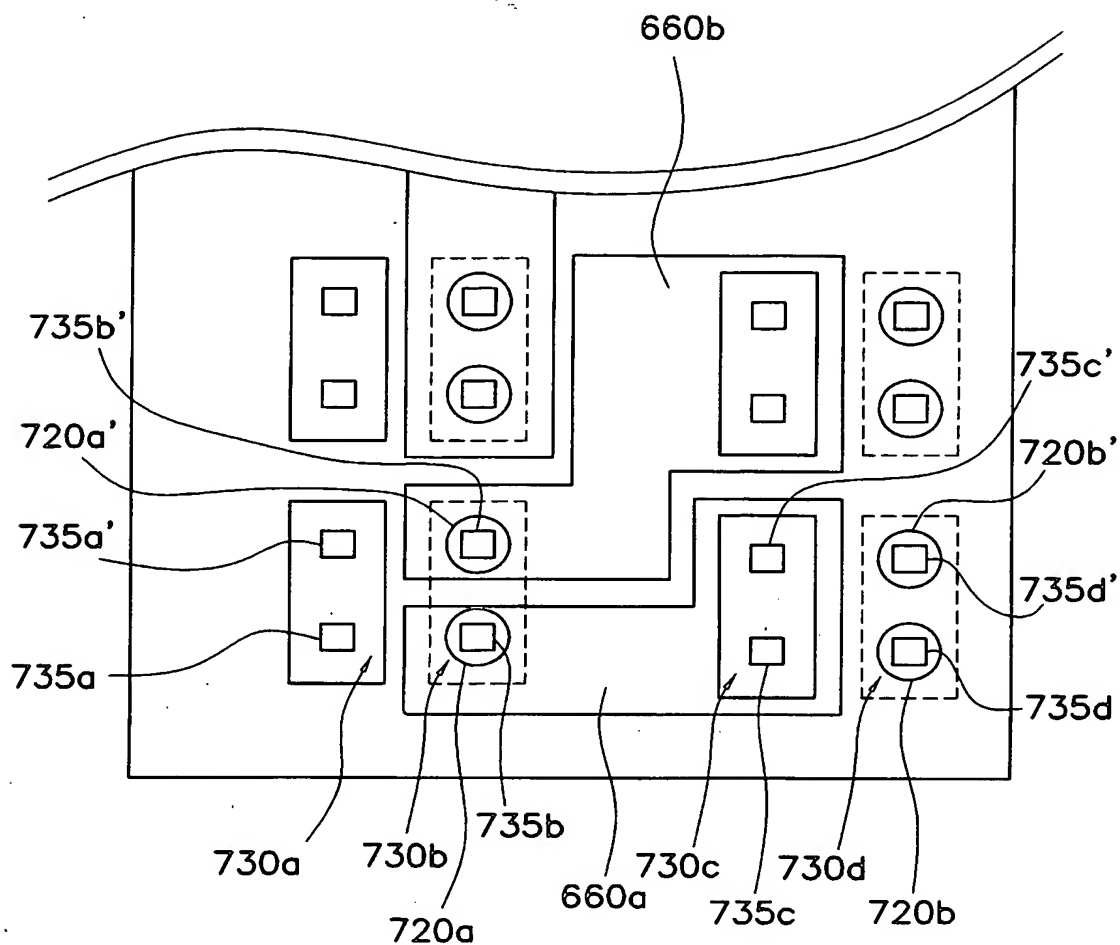
【図 13】



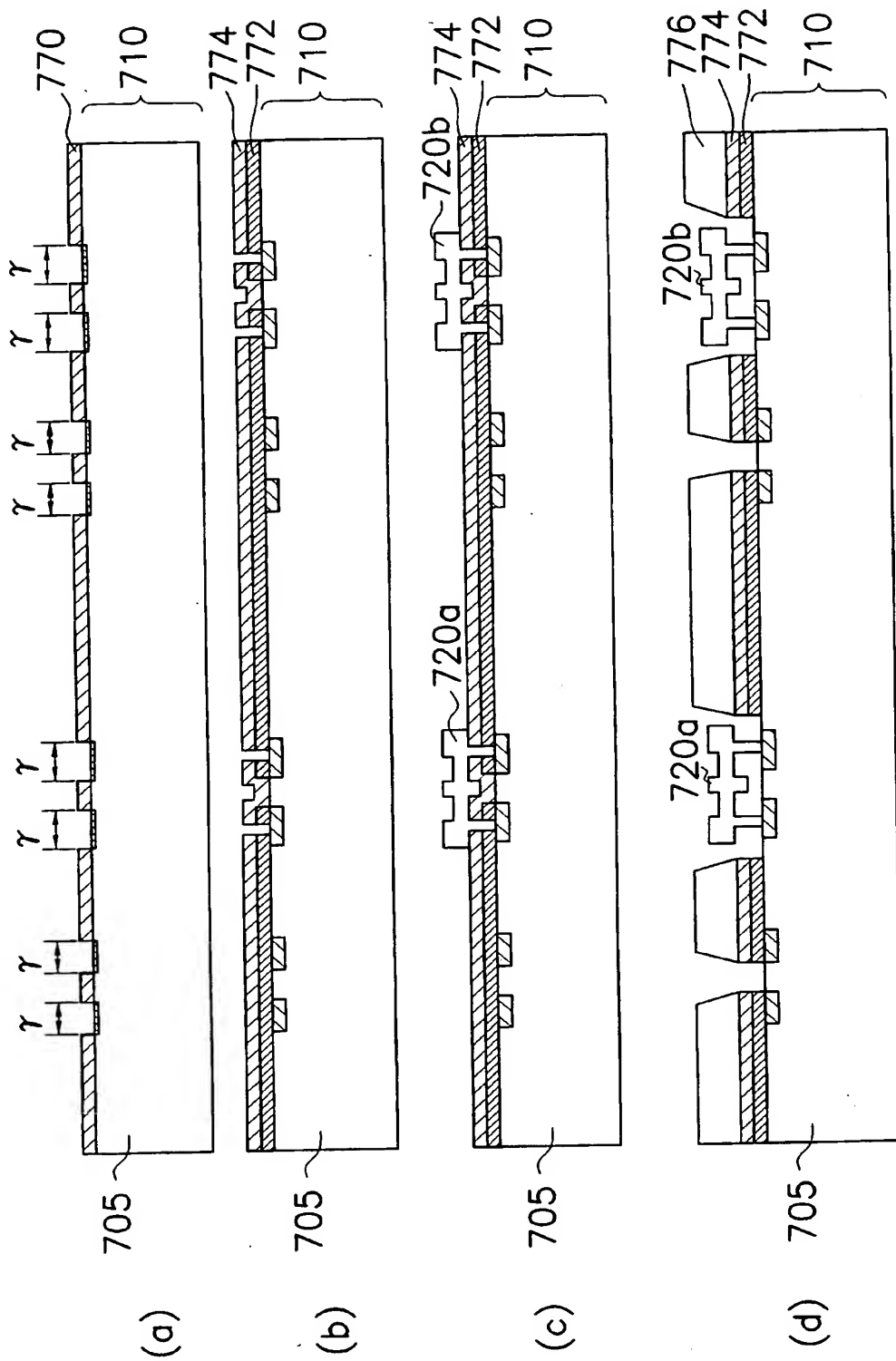
【図 14】



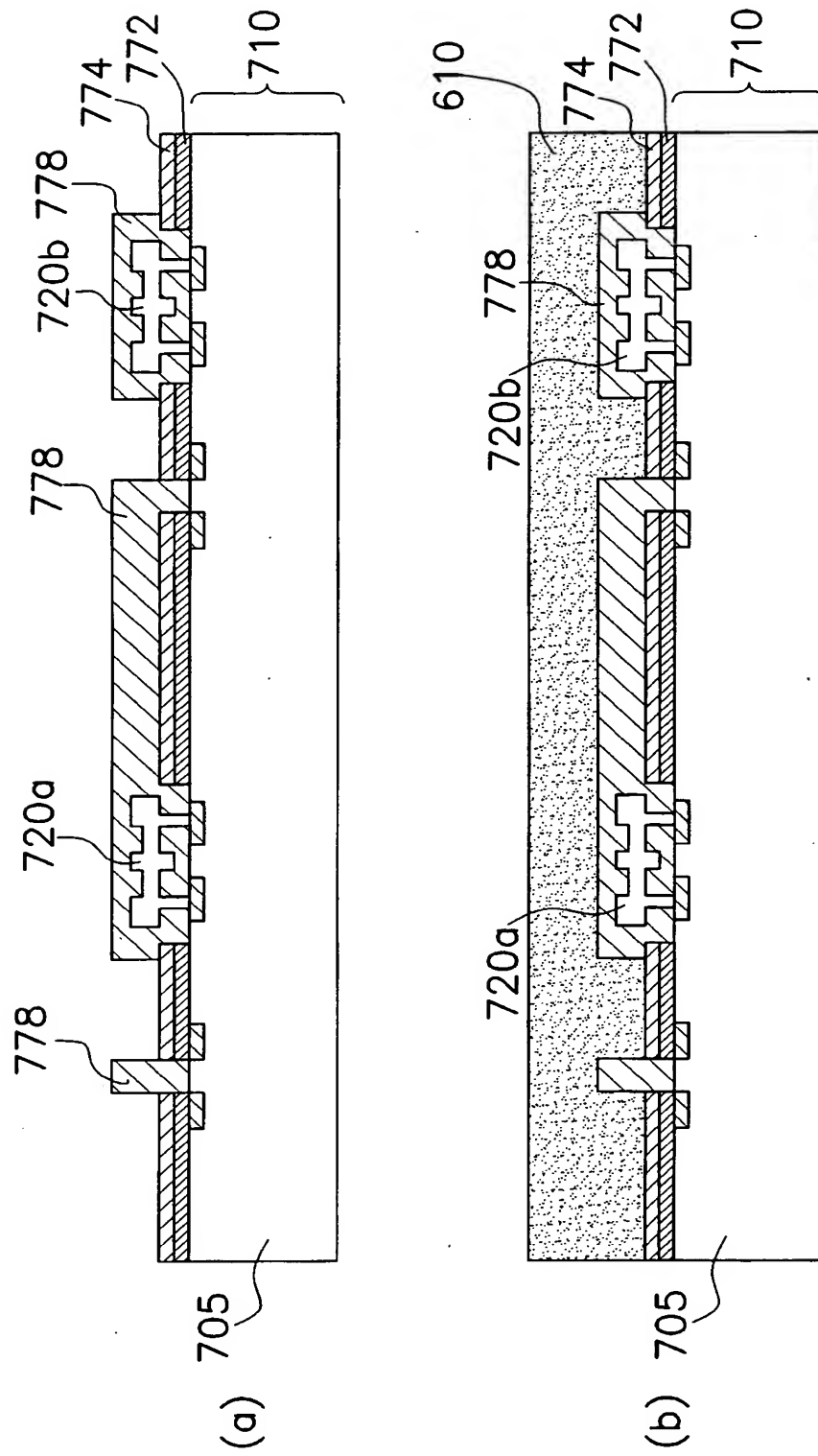
【図 15】



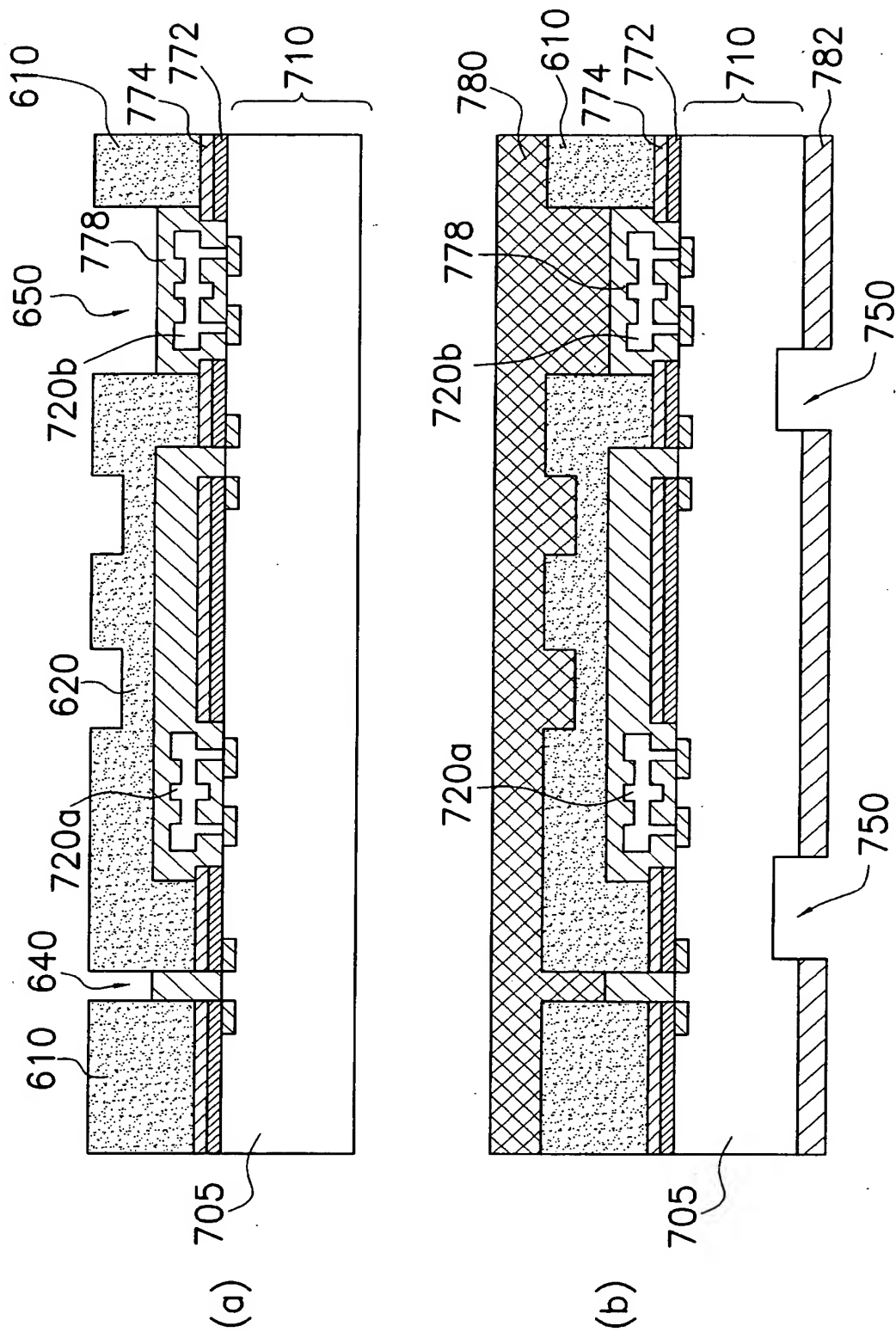
【図 16】



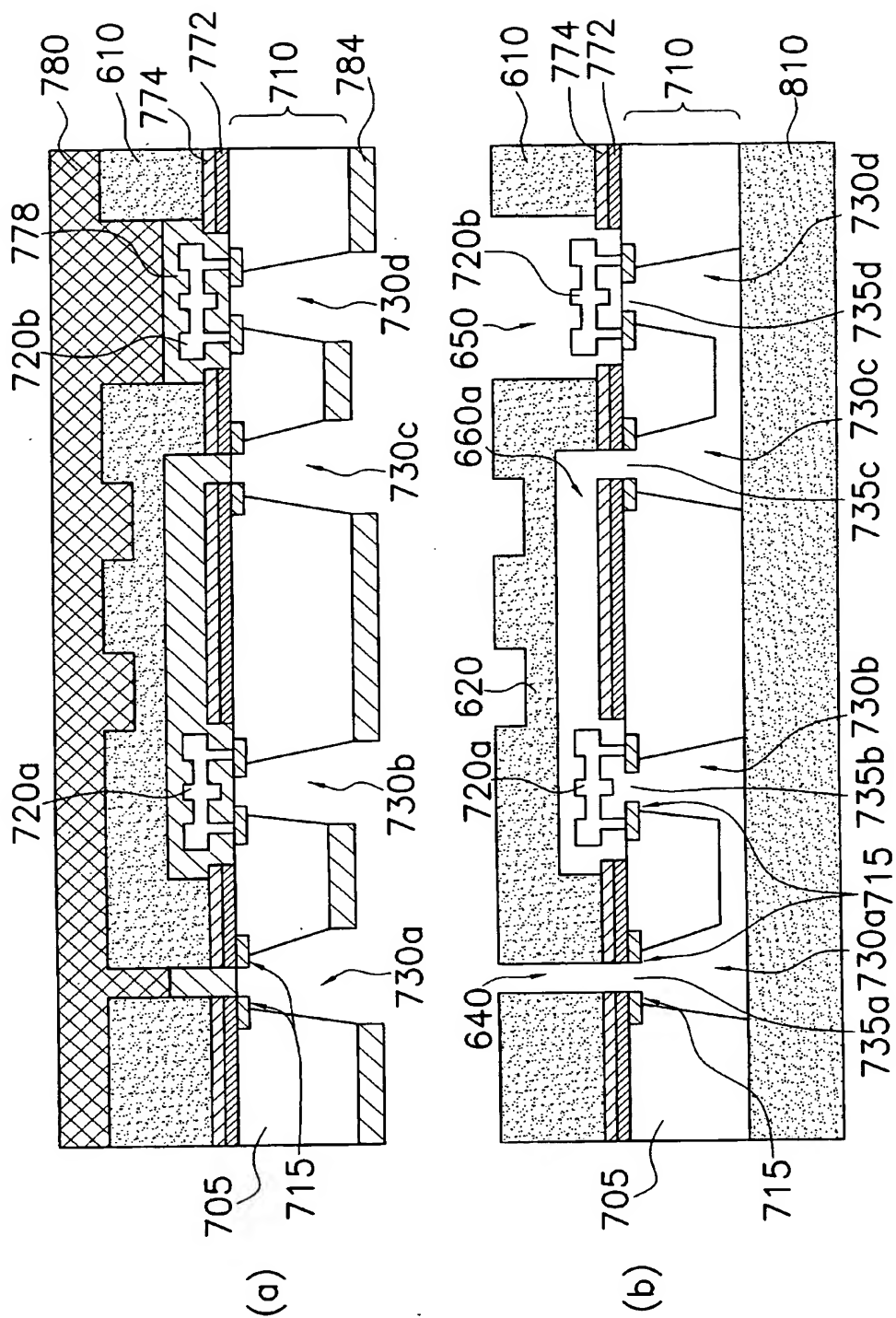
【図 17】



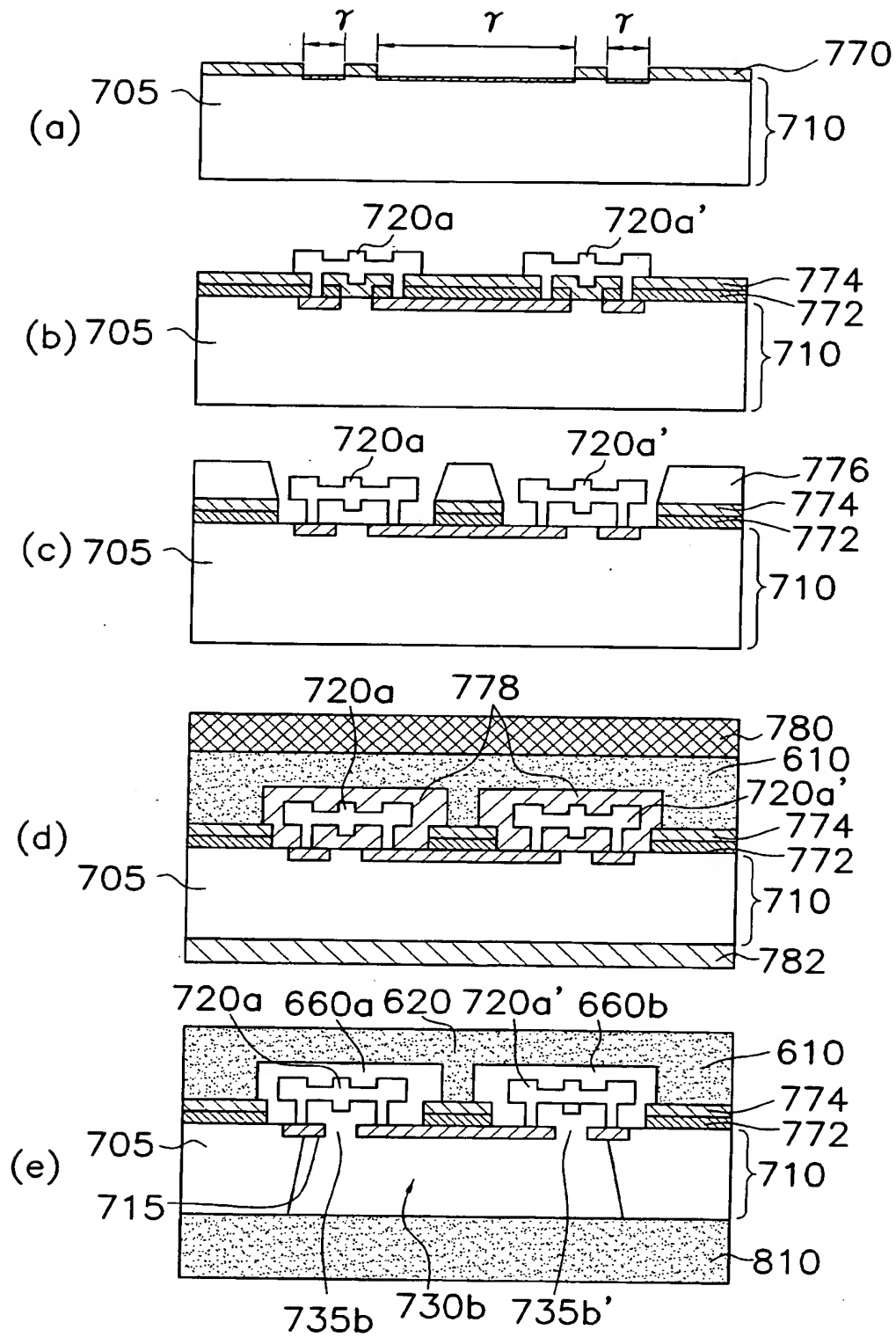
【図 18】



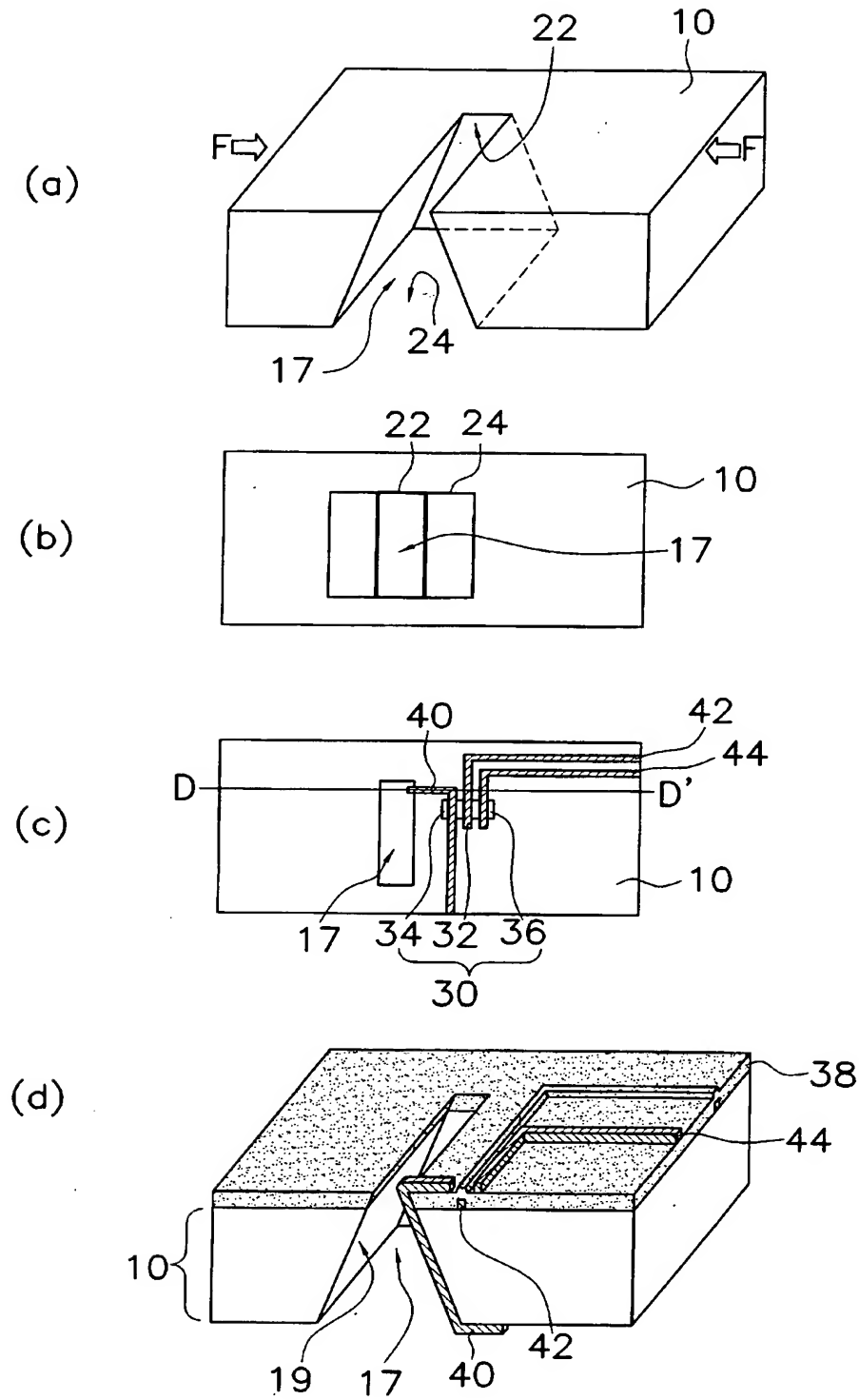
【図 19】



【図 20】



【図 21】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 半導体基板側面からの力に対して機械的・構造的に強く、また半導体基板上の構造物が剥がれにくい微細化の可能な半導体デバイス及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 半導体基板の主体 105 と、半導体基板 100 に凹部 200 を形成するように主体 105 よりも薄肉に形成され、かつ少なくとも 1 つの貫通孔 220 が形成されている薄肉部 210 とを有し、薄肉部 210 は、主体 105 よりもエッチングレートが遅くなるように形成されている、半導体デバイスを提供する。

薄肉部 210 は、凹部 200 両側の主体の橋渡し構造を提供しており、半導体基板の主体 105 側面からの力に対して半導体デバイスを機械的・構造的に強くできる。よって、半導体基板主体 105 や薄肉部 210 上、または貫通孔 220 を介して形成された配線、膜、半導体素子等の構造物を半導体デバイスから剥がれにくくすることができる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 9 8 2 5 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 1 6 0 2 4]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 2 日

[変更理由]

新規登録

住 所

京都府京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地

氏 名

ローム株式会社